

学校编码: 10384

分类号____密级____

学号: 19920111152776

UDC____

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

室内环境多参数无线测量系统的
研究与设计

Research and Design of Indoor Environmental
Multi-parameter Wireless Measurement System

盛世岳

指导教师姓名: 祝青园 助理教授

专 业 名 称: 精密仪器及机械

论文提交日期: 2014 年 4 月

论文答辩时间: 2014 年 5 月

学位授予日期: 2014 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2014 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

随着计算机技术、电子技术、通信技术等技术的发展,环境检测仪器在参数的测量精度、数据的采集、传输、存储和处理等技术方面都有了显著的提高。但是对于一个功能完善、多参数集成的无线测量系统的研究还较为缺乏。因此本文基于虚拟仪器技术和网络通讯技术研发了室内环境多参数无线测量系统,可用于室内环境的 PMV (热舒适度) 测量以及室内温度、相对湿度、风速、二氧化碳浓度、甲醛浓度、苯浓度、氨气浓度和 TVOC 浓度等室内环境参数的实时监测、数据管理及网络传输。本文的主要工作包括:

(1) 基于虚拟仪器技术研发了一套便携式室内环境测量仪器,可实现室内综合环境参数的便携式测量和数据的无线传输。测量仪器的硬件设计内容主要包括传感器及其信号调理模块的选型,数据采集系统设计,供电模块的选型,仪器箱的结构设计以及硬件模块的集成安装。

(2) 基于 LabVIEW 开发了一套界面友好、功能完善的室内环境参数测量系统软件。该软件可实现环境参数的动态选择,实时测量和定量分析,还具备强大的数据库管理功能。其设计内容主要包括数据采集程序、PMV 算法程序、数据查询与删除程序、传感器的静态标定程序等功能程序的开发。

(3) 为实现数据的远程查询和交互访问,本文开发了远程数据传输与访问系统。通过 Socket 端口实现远程数据的网络传输与显示。在该系统中,测量终端基于 LabVIEW 设计了数据的发送程序,服务器端基于 PHP 语言开发了数据接收和显示页面。远程终端用户通过访问该网页来查看现场环境参数的监测结果。

(4) 针对 PMV (热舒适度),首先研究并分析了 PMV 的计算理论和测量方法。然后通过 Matlab 计算模型研究了 PMV 的 4 个环境变量(室内温度、相对湿度、空气流速和黑球温度)及其测量精度对 PMV 计算误差的影响规律。在本文所开发的测量系统中,PMV 的测量精度可达到 ± 0.19 。

(5) 选择典型的室内环境进行系统的调试与实验验证。通过对系统在检测过程中运行的可靠性和测量数据的分析,验证了系统能满足实际的使用需求。

关键词: 室内环境; 测量系统; PMV; 虚拟仪器;

厦门大学博硕士论文摘要库

ABSTRACT

With the development of computer technology, electronic technology and communication technology, environmental testing instruments have made significant improvements in the technical aspect of measurement accuracy, data collection, transmission, storage, processing and so on. But it is lack of the research of multi-parameter integrated wireless measurement system with the perfect function. Therefore, this paper designed multi-parameter wireless measurement system for indoor environment based on virtual instrument technology and network communication technology. It is used to measure PMV (thermal comfort) of indoor environment. In addition, this system can also collect the data of indoor temperature, relative humidity, wind speed, CO₂ concentration, HCHO concentration, C₆H₆ concentration, NH₃ concentration and TVOC concentration. The main work of this paper includes:

(1) Developed a portable indoor environmental measuring instrument based on virtual instrument technology. It can realize the portable measurement of indoor environment parameter and the wireless transmission of collection data. The hardware design work of measuring instrument mainly includes the selection of sensors and conditioning modules, the design of data acquisition system, the selection of power supply module, the structural design of instrument case and the integrated installation of hardware modules.

(2) Measurement system software for indoor environment is developed based on LabVIEW. It has friendly software interface and perfect function module. It can realize the dynamic selection, timing measurement and quantitative analysis of environmental parameter, database management. The design content mainly includes data acquisition program, PMV calculation program, data query and delete program, sensor static calibration program and other program design.

(3) In order to realize data remote transmission, this paper developed remote data transmission and accessing system based on Socket communication. In this system,

data sending program is developed based on LabVIEW in measurement terminal. Data receiving and display webpage is developed based on PHP language in server-side. The remote terminal can view the field measured data of environmental parameters by accessing the webpage.

(4) This paper first studies and analyzes the calculation theory and measuring method for PMV. Then, the impact of each environmental variable (air temperature, relative humidity, air velocity and black globe temperature) and its measurement accuracy on PMV accuracy is analysed via MATLAB. During the measurement system developed in this paper, the measurement accuracy can reach ± 0.19 .

(5) Typical indoor environment is chosen for system debugging and environmental verification. The reliability of system running and measurement data are analyzed in the process of testing. It verifies that the system can satisfy the need of practical use.

Key Words: Indoor environment; Measurement system; PMV; Virtual instrument;

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 环境检测仪器的发展历程及趋势	2
1.2.2 国内的研究现状	3
1.2.3 国外的研究现状	4
1.3 本文的主要工作和论文框架	5
第二章 便携式室内环境无线测量系统设计	7
2.1 本章概述	7
2.2 系统检测参数、需求及功能分析	7
2.2.1 检测参数	7
2.2.2 PMV 计算理论及测量方法	8
2.2.3 系统功能特点及需求分析	10
2.3 系统总体结构	10
2.3.1 系统方案	10
2.3.2 系统的硬件集成	12
2.4 传感器模块的选型	13
2.4.1 选型原则	13
2.4.2 PMV 参数传感器	13
2.4.4 气体传感器	16
2.5 数据采集系统设计	18
2.5.1 基于虚拟仪器技术的数据采集系统	18
2.5.2 无线传输	20
2.5.3 无线数据采集卡的选型	21
2.5.4 测量模式	22
2.5.5 干扰信号的隔离	23

2.6 电源设计	23
2.7 仪器箱设计	24
2.7.1 设计方案.....	24
2.7.2 仪器箱结构设计	25
2.7.3 硬件集成.....	26
2.8 本章小结	27
第三章 基于 LabVIEW 的测量系统软件设计	28
3.1 本章概述	28
3.2 系统开发环境	28
3.3 软件的总体设计思路和框架	29
3.3.1 软件的总体设计思路.....	29
3.3.2 软件的总体框架.....	29
3.3.3 软件的主界面.....	30
3.4 参数设置	31
3.5 测试模块	33
3.5.1 测试流程.....	33
3.5.2 数据采集.....	34
3.5.3 PMV 算法.....	35
3.5.4 报表打印.....	38
3.6 历史数据管理	39
3.6.1 数据库.....	39
3.6.2 LabVIEW 访问数据库.....	40
3.6.3 历史数据查询和删除程序.....	41
3.7 传感器静态标定	44
3.7.1 静态标定要求.....	44
3.7.2 静态标定程序.....	44
3.8 本章小结	46
第四章 远程数据传输与访问系统设计	47
4.1 本章概述	47

4.2 系统方案	47
4.3 Socket 通讯原理和方式	48
4.3.1 Socket 通讯原理	48
4.3.2 Socket 通讯方式	49
4.4 基于 LabVIEW 开发的数据发送程序	50
4.4.1 LabVIEW 中实现数据网络传输的方法	50
4.4.2 TCP 连接流程	51
4.4.3 数据发送程序	52
4.5 基于 PHP 语言开发的数据接收页面	52
4.5.1 开发环境	52
4.5.2 数据接收流程	53
4.5.3 数据图形化显示	54
4.5.4 数据接收页面	54
4.6 本章小结	55
第五章 测量精度分析与实验验证	57
5.1 本章概述	57
5.2 PMV 测量精度分析	57
5.2.1 PMV 测量精度与环境变量的关系	58
5.2.2 PMV 测量精度与环境变量测量精度的关系	60
5.3 系统调试	61
5.4 实验分析	62
5.4.1 PMV 测量数据分析	63
5.4.2 其它测量数据分析	64
5.5 本章小结	65
第六章 总结与展望	67
6.1 总结	67
6.2 展望	68
附录	69

参考文献	71
致谢.....	74
硕士期间发表论文和专利	75

厦门大学博硕士论文摘要库

Table of Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research background and significance.....	1
1.2 Research status.....	2
1.2.1 The development course and trends of environmental testing equipment.....	2
1.2.2 The domestic research status.....	3
1.2.3 The research status of abroad.....	4
1.3 The main work of this paper.....	5
Chapter 2 Portable indoor environment wireless measurement system design	7
2.1 Overview	7
2.2 Detection parameter and the analysis of system function and demand.....	7
2.2.1 Detection parameter.....	7
2.2.2 Calculation theory and measurement method of PMV	8
2.2.3 The analysis of system function characteristics and demand.....	10
2.3 The overall system structure.....	10
2.3.1 System scheme	10
2.3.2 System hardware configuration.....	12
2.4 Selection of sensor modules.....	13
2.4.1 Selection principle.....	13
2.4.2 Sensor modules of PMV parameter.....	13
2.4.4 Gas sensor modules.....	16
2.5 The design of data acquisition system.....	18
2.5.1 Data acquisition system based on virtual instrument technology	18
2.5.2 Wireless transmission.....	20
2.5.3 The selection of wireless data acquisition card.....	21
2.5.4 Measurement mode	22

2.5.5 Interference signal isolation	23
2.6 The selection of power supply module	23
2.7 Instrument container design	24
2.7.1 Scheme design.....	24
2.7.2 Instrument container structure design	25
2.7.3 Intergrated installation of hardware modules	26
2.8 Chapter summary	27
Chapter 3 Software design of measurement system software based on LabVIEW.....	28
3.1 Overview	28
3.2 System development environment.....	28
3.3 Main design idea and system structure of software.....	29
3.3.1 Main design idea of software	29
3.3.2 Software structure	29
3.3.3 The main interface of software.....	30
3.4 Parameter setting module	31
3.5 Detecting module.....	33
3.5.1 Detction process	33
3.5.2 Data acquisition.....	34
3.5.3 Calculation theory of PMV	35
3.5.4 Report printing	38
3.6 Historical data management	39
3.6.1 Database	39
3.6.2 The methods of database accessing by LabVIEW.....	40
3.6.3 Historical data query and delete programe desgin	41
3.7 Static calibration of sensor	44
3.7.1 Static calibration requirement	44
3.7.2 Static calibration programe	44
3.8 Chaper summary	46

Chapter 4 Remote data transmission and accessing system design...	47
4.1 Overview	47
4.2 System scheme	47
4.3 Socket communication principle and method	48
4.3.1 Socket communication principle	48
4.3.2 Socket communication method	49
4.4 Data sending programe design baesd on LabVIEW	50
4.4.1 The way of data transmission based on network by LabVIEW	50
4.4.2 TCP connection process	51
4.4.3 Data sending programe	52
4.5 Data receiving wepage development based on PHP language	52
4.5.1 Development environment	52
4.5.2 Data reception process	53
4.5.3 Graphical display of data	54
4.5.4 Data receiving webpage	54
4.6 Chapter summary	55
Chapter 5 Measurement accuracy analysis and experimental	
verification	57
5.1 Overview	57
5.2 Measurement accuracy analysis of PMV	57
5.1.1 Relationship between PMV measurement accuracy and environmental variables	58
5.2.2 Relationship between PMV measurement accuracy and environmental variables	
measurement accuracy	60
5.3 System debugging.....	61
5.4 Experimental analysis.....	62
5.4.1 PMV Measurment data analysis.....	63
5.4.2 Other measurement data analysis	64
5.5 Chapter summary	65

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库